

# 波纹管换热器换热管破坏原因分析及改进措施

山东省锅炉压力容器检验中心 曹怀祥 杜宏 宋明大 何世恒

**摘要:** 本文分析了 1 台波纹管换热器换热管发生泄漏破坏的原因, 论述了波纹管换热器采用折流杆代替传统的弓形折流板后换热管抗破坏性能和换热器整体性能的提高, 介绍了折流杆式波纹管换热器的结构和性能。

**关键词:** 换热器 波纹管 折流杆

## 0 前言

由于波纹管换热器传热效果好, 同时具有传统的固定管板换热器的结构简单、适用性强等特点, 近年来在供暖系统以及化工、医药、食品等行业获得了广泛的应用, 在换热器市场上颇受欢迎。但波纹管换热器的发展是近几年的事, 其结构上还有许多方面有待改进和完善。某厂于 98 年 10 月生产的一台波纹管汽水换热器用于济南市某小区供

暖系统的汽水换热, 使用不到一个采暖期, 在 99 年 2 月底出现严重内漏, 不得不进行更换。运回厂后进行分解发现多根波纹管破裂。我们经过分析认为, 波纹管破裂的原因是换热器折流板型式不当造成的。在我们的建议下, 该厂对新生产的所有波纹管换热器的折流型式进行了改进, 到目前为止, 没有发生类似事故。

## 1 设备基本情况

换热器型式: 固定管板式波纹管换热器;

公称直径 (DN): 500mm; 设计压力: 管程 1.0Mpa, 壳程 1.0Mpa; 工作介质: 管程: 水, 壳程: 饱和水蒸气; 波纹管规格:  $\phi 33 \times 0.5 \times 1500\text{mm}$ ; 破坏位置: 波纹管与弓形折流板管孔对应位置。

## 2 破坏原因分析及改进措施

由于波纹管的壁厚只有 0.5mm, 再加上波纹管的特殊结构, 故其刚性很小, 弹性很大。由于生产工艺的需要, 弓形折流板的管孔孔径大于波纹管的波峰外径。检查中发现, 该换热器每根波纹管的波节距离不一致, 致使有些管子的折流板位置位于波谷上, 管子与折流板管孔之间的间隙很大, 折流板对这些管子根本起不到支撑作用, 大大增加了这些管子的无支撑跨长(如图 1 所示)。因此, 这些管子很容易产生诱导振动。

我们知道, 采用弓形折流板的波纹管换热器的壳程流体的流动方向为横向流动, 横向流动将对这些无支撑跨长和弹性很大的管

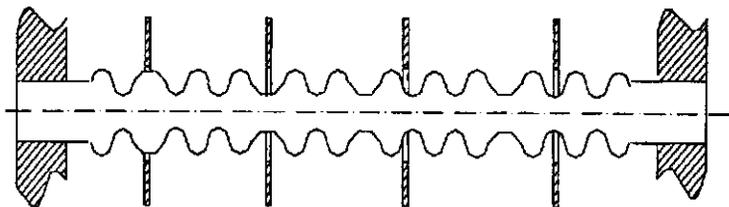


图 1 弓形折流板的支撑情况

子诱发剧烈的诱导振动<sup>[1][3][4]</sup>。由于这些管子与折流板管孔之间的间隙很大,无支撑跨长大大超过设计值,再加上波纹管的良好弹性,所以这些管子在工作时的振幅很大<sup>[3]</sup>,与折流板管孔发生碰撞摩擦而破坏。实物的破坏型式证实了以上分析。

根据以上分析,我们提出了以下改进措施:①改弓形折流板为折流杆折流,从结构上保证所有换热管都有良好的支撑,同时,壳程流体的流动方向由横向流动变为轴向流动,基本上杜绝了振动的诱导因素,轴向流激发

的管子振幅很小,可以忽略<sup>[1]</sup>;②改进波纹管的加工工艺,保证波纹管的波节距基本相同。

### 3 波纹管换热器折流杆的结构及性能

#### 3.1 波纹管换热器折流杆的结构

波纹管换热器的折流杆由一定数量焊接在折流圈上的金属棒组成,其结构型式与常用的折流杆结构基本相同(请参阅参考文献[1]、[4]),不同的是每根折流杆均安装于波纹管的波谷位置(如图2所示),每个折流圈上的折流杆均在一个方向上支撑每一组

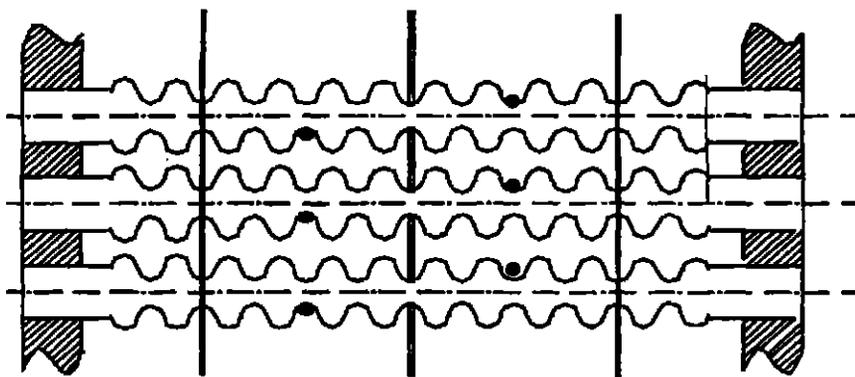


图2 波纹管换热器折流杆的结构

管排,每4个折流圈上的折流杆完成对管子4个方向的支撑作用。这种结构要求波纹管的波节距基本相同,并且在安装时每根波纹管的波峰、波谷纵向对齐。

应该指出的是,改用折流杆后,壳程流体的流速一般比采用弓形折流板时要小。为了保证壳程流速以达到要求的给热系数,可以在壳程加纵向挡板,将壳程分程。

#### 3.2 折流杆式波纹管换热器的性能

如上所述,折流杆式波纹管换热器的壳程流体的流动方向为轴向流动,同时,折流杆和波纹管为紧密接触,从四个方向上固定波纹管,整个管束形成了一个空间网状整体,可以有效地防止波纹管的振动破坏,提高波纹管换热器的使用寿命。除此之外,波纹管换热器的整体性能还有所提高,主要表现在:

3.2.1 强化传热,提高壳程给热系数:壳程流体的轴向流动使换热管的有效传热面积增大,热混合程度增加,不存在传热死区。而且,流体通过折流杆后形成的卡门涡街可以使流体形成充分湍流,提高壳程流体的给热系数。特别是对于波纹管换热器,壳程流体依次通过波纹管的波峰和波谷,能破坏流体在换热管表面的边界层,提高给热系数。而采用弓形折流板时,壳程流体横向流过管束,波纹管管束对流体造成的扰动与光管相同,起不到波纹管应有的作用。

3.2.2 有效降低壳程压力降:采用折流杆折流,壳程流体和折流杆的接触面积小;而且,流体轴向流动不存在旋涡死区;再者,折流杆的数量相对于采用弓形折流板时管束的数量少得多,流体冲击折流杆的动量损失

也相应大大减少。因此,在相同条件下,折杆换热器的壳程压力降比弓形折流板时低得多,最多可下降 35% 左右<sup>[1]</sup>。

#### 4 结束语

据该厂生产的十余台改进后的波纹管换热器的使用结果证实,采用折流杆结构不仅有效防止了换热管的振动破坏,而且实际传热效果完全达到设计要求。折流杆式折流是波纹管换热器的最佳折流方式。

#### 参考文献

1. 胡晓斌:《折流杆式换热器的结构及性能》,《第一届全国换热器学术年会论文集》,1994
2. 顾广瑞:《新一代高效换热器—波纹管换热器》,《第一届全国换热器学术年会论文集》1994
3. 敖永发等:《折流杆换热器结构的流体力学和传热模型及其试验研究》,《第一届全国换热器学术年会论文集》,1994
4. 陈国理主编:《压力容器及化工设备》,华南理工大学出版社,1989

### 本刊关于自 2001 年起改为邮局发行的重要启事

为扩大本刊的发行量及社会知名度,同时规范发行渠道以便更好地为广大读、作者服务,我刊决定自 2001 年起改为邮局发行,邮发代号为 2—530。因此,本刊 2001 年的征订、发行工作将不再由编辑部直接办理,请广大读者适时(今年 10 月份)在当地邮局自行办理。由于合同约定,在邮发同时,编辑部不得再自办发行,原中国城镇供热协会会员单位的赠刊,由 2001 年第 1 期起也必须停止寄发,因此本刊特请广大会员单位注意:请适时(今年 10 月份)指派专人在当地邮局自行办理订阅,如有漏订,本刊将无余刊补寄。至于少数作者、广告单位的赠刊及交换刊物,我刊仍将按原规定按时寄发。多谢广大读者、订户的合作

本刊编辑部

· 广告 ·

## YZW 型自力式温度调节器

专利号: ZL99320414 · 7

一、产品简介: YZW 型自力式温度调节器广泛应用于供暖、空调、生活热水中的温度自动调节以及特殊场合的温度自动调节。如化工、纺织、制药等生产过程。

#### 二、产品的特点

- 1、无须电力或压缩空气等外界能源。
- 2、控制精度高,有效的节约能源。
- 3、整体体积小、重量轻,安装方便。
- 4、比例调节。
- 5、适用范围广,设定温度简单、方便。
- 6、有超温自保护功能。

#### 三、主要技术性能指标

公称口径 DN(mm)	15 20 25 32 40 50 65 80 100 125 150 200 250 300
公称压力(Mpa)	PN16(阀体材质为铸铁工作温度≤220℃) PN25(阀体材质为铸钢工作温度≤350℃)
温度设定范围(℃)	25℃-110℃
流通介质	蒸汽、高温水、油类

济南东伟自控技术有限公司  
地址: 山东省济南市天桥区北园大街七一路七号  
电话: 0531-8612166 传真: 0531-8612166  
手机: 013011719278 邮编: 250033  
联系人: 刘忠

## 诚征各地代理商

